

Научная статья

УДК 631.421.1:631.527:633.32

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-56-61

Наталья Александровна Феоктистова<sup>1✉</sup>, Юрий Ефремович Леонидов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюм НЦ СО РАН, п. Московский, Тюменский р-н, Тюменская обл., Россия

<sup>1,2</sup> nata\_feo@mail.ru

## РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ МЕТОДА ХИМИЧЕСКОГО МУТАГЕНЕЗА В СЕЛЕКЦИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО

*Цель исследования – провести оценку продуктивности сортов клевера лугового, созданных методом химического мутагенеза, для определения его эффективности в сравнении с поликросс-методом. Полевые опыты проводились в 2015–2020 гг. в НИИСХ Северного Зауралья – филиале Тюменского научного центра СО РАН, находящемся в Тюменском районе Тюменской области. Объектами наблюдений являлись 8 позднеспелых, одноукосных сортов клевера лугового собственной селекции, из них 5 сортов созданы методом химического мутагенеза, 3 сорта – поликросс-методом. Наблюдения проводились на растениях 2-го года жизни (1-го года пользования) в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ), за сорт-стандарт принят Родник Сибири. Вегетационный период всех сортов от начала весеннего отрастания до укосной спелости составил 70–80 дней, до созревания семян – 145–155 дней. По комплексу признаков выделено 3 сорта, полученных методом химического мутагенеза (Сальдо, Гефест, Сударь), и сорт Атлант, полученный поликросс-методом. Отмеченные сорта по продуктивности зеленой массы на 12–19 % превысили показатель сорта-стандарта Родник Сибири (43,4 т/га); по сбору сена на 12–17 % (St – 12 т/га); по сбору семян на 8–15 % (St – 0,26 т/га); по сбору сырого протеина на 13–22 % (St – 1,82 т/га). Метод химического мутагенеза наряду с традиционным поликросс-методом показал высокую результативность в селекции клевера лугового; сорта Сальдо, Гефест, Сударь по продуктивности и качеству продукции конкурентоспособны сортам, созданным поликросс-методом.*

**Ключевые слова:** сорт, сравнение, показатель, продуктивность, качество

**Для цитирования:** Феоктистова Н.А., Леонидов Ю.Е. Результативность метода химического мутагенеза в селекции клевера лугового // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2. С. 56–61. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-56-61.

Natalia Alexandrovna Feoktistova<sup>1✉</sup>, Yuri Efremovich Leonidov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals - branch of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Moskovsky settlement, Tyumen District, Tyumen Region, Russia

<sup>1,2</sup> nata\_feo@mail.ru

## CHEMICAL MUTAGENESIS METHOD EFFICIENCY IN THE RED CLOVER BREEDING

*The purpose of the study is to evaluate the productivity of red clover varieties created by the method of chemical mutagenesis in order to determine its effectiveness in comparison with the polycross method. Field experiments were carried out at the Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals – a branch of the Tyumen Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Acade-*

*my of Sciences in 2015–2020, located in the Tyumen District of the Tyumen Region. The objects of observation were 8 late-ripening, single-cut varieties of red clover of our own selection, of which 5 varieties were created by the method of chemical mutagenesis, 3 varieties – by the polycross method. Observations were carried out on plants of the 2nd year of life (1st year of use) in the nursery of competitive variety testing (KSI), Rodnik Sibiri was taken as the standard variety. The vegetative period of all varieties from the beginning of spring regrowth to cutting maturity was 70–80 days, until seed ripening – 145–155 days. According to the complex of traits, 3 varieties obtained by the method of chemical mutagenesis (Saldo, Hephaestus, Sudar) and the variety Atlant obtained by the polycross method were distinguished. In terms of green mass productivity, the noted varieties exceeded the indicator of the standard variety Rodnik Sibiri by 12–19 % (43.4 t/ha); for the collection of hay by 12–17 % (St – 12 t/ha); for the collection of seeds by 8–15 % (St – 0.26 t/ha); for the collection of crude protein by 13–22 % (St – 1.82 t/ha). The method of chemical mutagenesis, along with the traditional polycross method, showed high efficiency in the breeding of red clover; varieties Saldo, Hephaestus, Sudar in terms of productivity and product quality are competitive with varieties created by the polycross method.*

**Keywords:** variety, comparison, indicator, productivity, quality

**For citation:** Feoktistova N.A., Leonidov Yu.E. Chemical mutagenesis method efficiency in the red clover breeding // Bulliten KrasSAU. 2022;(2):56–61. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-56-61.

**Введение.** Распространенным приемом в селекции клевера лугового является поликросс-метод, который заключается в создании синтетических и сложногобридных популяций, получаемых при свободном переопылении лучших сортов. Поликроссный питомник представляет собой рендомизированное размещение растений в многократном повторении [1, 2]. Редкий для современной селекции метод химического мутагенеза (расцвет мутационной селекции пришелся на 1960-е гг.) также заслуживает внимания. Его широкому практическому применению способствовали исследования И.А. Рапопорта, когда в опытах с растениями он получил повышение продуктивности отдельных признаков на 10–40 % и выше [3–5]. В 1983 г. селекционер Т.П. Липовцына под руководством И.А. Рапопорта в отделе химического мутагенеза ИХФ АН СССР (в настоящее время Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (ИХФ РАН)) проводила обработку семян клевера лугового сорта Фаленский 1 мутагенами. Было получено свыше тысячи селекционных образцов, часть которых исследуется до настоящего времени, а лучшие из них стали сорта Ермак, Гефест, Сударь, Светлячок, Сальдо [6, 7].

Всего за период 1997–2015 гг. было зарегистрировано 8 сортов клевера лугового селекции НИИСХ Северного Зауралья, которые впоследствии заслужили положительные оценки. Сорт Родник Сибири длительное время был сортом-

стандартом в испытаниях, проводимых ФГБУ «Госсорткомиссия», в настоящее время его заменили сорта Атлант и Ермак. Сорта Светлячок и Гефест отмечены как перспективные для Камчатского края [8]. Сорта Гефест и Памяти Бурлаки выделены как лучшие в условиях подтайги Тюменской области [9].

**Цель исследования** – провести оценку продуктивности сортов клевера лугового, созданных методом химического мутагенеза, для определения его эффективности в сравнении с поликросс-методом.

**Объекты и методы.** Опытная работа проводилась в 2015–2020 гг. в п. Московский Тюменского района Тюменской области. В годы наблюдений климатические показатели за период активной вегетации (май–сентябрь) по сумме эффективных  $t > 5^\circ\text{C}$  имели отклонение от среднегодового значения ( $\sum t - 1415^\circ\text{C}$ ) на 1–5 % в сторону повышения; по количеству осадков отмечалась хорошая и сильная увлажненность. Почва опытного поля серая лесная, с низким содержанием азота; средним – фосфора и калия. Объектами наблюдений являлись 8 позднеспелых, одноукосных сортов клевера лугового собственной селекции, изучаемых в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ), за сорт-стандарт (St) принят Родник Сибири (табл. 1). Наблюдения проводились на растениях 2-го года жизни (1-го года пользования) по общепринятым методикам [10].

## Сорта клевера лугового селекции НИИСХ Северного Зауралья – филиала Тюм НЦ СО РАН, КСИ, 2015–2020 гг.

Сорт/ год включения в реестр допущенных к использованию	Способ создания сорта	Регионы допуска	Примечание
Родник Сибири /1997	Поликросс-метод	1, 3, 4, 10, 11	Совместный с 1
Ермак /2002	Химический мутагенез	3, 4, 10, 11	
Пам. Бурлаки / 2004	Поликросс-метод	4, 10	Совместный с 2, 3
Атлант / 2007	Поликросс-метод	1, 2, 4, 9, 10, 11, 12	Совместный с 1, 4
Гефест / 2008	Химический мутагенез	10, 12	
Сударь / 2012	Химический мутагенез	10, 11	
Светлячок / 2012	Химический мутагенез	10, 11, 12	
Сальдо / 2015	Химический мутагенез	10	

*Примечание:* 1 – ФГБУН Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий РАН; 2 – ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса; 3 – ФГБНУ Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого; 4 – ФГБНУ Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства.

Агротехнические мероприятия выполнялись в оптимальные по климатическим показателям сроки. Посев производился по пару, в I–II декаду июня; учет зеленой массы – в период массового цветения клевера; учет семенной продуктивности в период полного созревания семян. Высоту травостоя измеряли во время сбора зеленой массы; влажность, мощность растений, облиственность определяли по пробному снопу. Химические анализы – содержание сырого протеина и сырой клетчатки – выполнялись в аналитической лаборатории НИИСХ СЗ – филиала Тюм НЦ СО РАН.

**Результаты и их обсуждение.** Начало весеннего отрастания растений клевера лугового отмечалось в III декаде апреля – I декаде мая, при сумме эффективных  $t > 5$  °С более 30 °С. Растения клевера 2-го года жизни всех сортов имели зимостойкость 4–5 баллов. Дата наступления укосной спелости приходилась на период 13–17 июля, дата уборки на семена – 20–27 сентября. Вегетационный период от начала весеннего отрастания до скашивания на сено составлял 70–80 дней; до созревания семян – 145–155 дней. В период укосной спелости высота растений питомника была свыше 70 см; средние показатели за 5 лет 85–91 см. Самые

высокие растения были у сортов Сальдо (74–101 см), Светлячок (74–104), Гефест (77–101), Сударь (70–106 см). По количеству побегов существенной разницы между большинством сортов не отмечено; максимальное число было у сорта Сальдо (422 шт/м<sup>2</sup>), повышенное – у сортов Атлант (394 шт/м<sup>2</sup>) и Гефест (390 шт/м<sup>2</sup>), что указывало на хорошую побегообразующую способность. Самое низкое количество побегов было у сорта Ермак (292 шт/м<sup>2</sup>), которое компенсировалось их повышенной массой (447 г), что также отмечалось у сортов Сударь и Памяти Бурлаки – побегов было меньше (361 и 338 шт/м<sup>2</sup>), но они лучше развиты (420–424 г). У большинства сортов масса 100 побегов, показывающая мощность растений, была на уровне 360–395 г. Среднее значение содержания сухого вещества у большинства сортов составило 28 %. По годам оно имело значения 22–35 % в зависимости от погодных условий. Отклонения в данных между сортами в каждый исследуемый год были в пределах ошибки, что указывало на общую биологическую реакцию растений в условиях окружающей среды и исключало влияние сортовых особенностей (табл. 2).

Структура кормовой продуктивности клевера лугового, 2015–2020 гг.

Сорт	Высота растений, см	Вес 100 побегов*, г	Количество побегов, шт/м <sup>2</sup>	Содержание сухого вещества, %	
				min-max	Среднее
Родник Сибири	85,7	359	370	22–36	28,7
Атлант	88,7	377	394	20–34	26,9
Гефест	90,5	372	390	22–36	29,7
Ермак	85,5	447	292	22–36	29,1
Сальдо	91,0	364	422	22–39	28,0
Светлячок	90,7	395	344	22–34	28,4
Сударь	90,4	420	361	22–35	28,0
Пам. Бурлаки	88,5	424	338	21–38	28,5
НСР <sub>05</sub>	2,0	45,0	25,0	–	0,5

\*В пересчете на сухое вещество.

Максимальный сбор зеленой массы у некоторых сортов в отдельные годы составил 65–71 т/га, а по среднему значению за 5 лет наибольшее отклонение от стандарта Родник Сибири (43,4 т/га) в сторону увеличения было у сортов Сальдо – 51,9 т/га (+8,5); Атлант – 50,4 т/га (+7,0); Сударь – 49,4 т/га (+6,0); Гефест – 48,8 т/га (+5,4). Соответственно по сбору сена эти сорта также имели существенное превышение перед стандартом (St – 12 т/га) – сорт Саль-

до на 1,9 т (сбор 13,9 т/га); Атлант на 1,6 т (13,6 т/га); Сударь на 1,4 т (13,6 т/га); Гефест на 2,1 т (сбор 14,1 т/га). По семенной продуктивности наилучший результат был отмечен у сорта Сальдо с урожайностью 0,3 т/га; при значении у Родника Сибири (0,26 т/га) прибавка составила 15 %. Сорта Атлант, Гефест, Памяти Бурлаки с урожайностью семян 0,28 т/га достоверно превзошли стандарт на 8 % (табл. 3).

Таблица 3

Продуктивность клевера лугового КСИ, 2015–2020 гг., т/га

Сорт	Урожайность зеленой массы		Сбор сена		Сбор семян	
	min-max	среднее	min-max	Среднее	min-max	Среднее
Родник Сибири	28–57	43,4	10–16	12,0	0,15–0,36	0,26
Атлант	39–61	50,4	11–18,5	13,6	0,18–0,42	0,28
Гефест	32–71	48,8	11,5–19	14,1	0,13–0,45	0,28
Ермак	27–71	44,2	10–17	12,3	0,12–0,30	0,24
Сальдо	27,5–65	51,9	11–21,4	13,9	0,17–0,50	0,30
Светлячок	25,5–61	47,5	10,4–18	13,1	0,15–0,40	0,26
Сударь	30–62	49,4	10,5–19	13,4	0,14–0,47	0,27
Пам. Бурлаки	28,5–60	46,5	11–18	12,8	0,18–0,42	0,28
НСР <sub>05</sub>		2,0		0,8		0,01

Кормовые достоинства сухой массы клевера оценивались по облиственности растений, содержанию клетчатки, сырого протеина. По данным показателям конкуренция между сортами практически отсутствовала. Отклонения были несущественными за исключением сорта Сальдо, у которого содержание сырого протеина было выше, чем у всех наблюдаемых сортов

(14,7–15,4 %), и составило 16 %. Ценность сортов определялась исходя из питательности всей полученной растительной продукции. За исследуемый период по сбору сырого протеина лучшими сортами были Сальдо (2,22 т/га); Гефест (2,1 т/га); Атлант (2,09 т/га); Сударь (2,05 т/га), преимущество перед стандартом Родник Сибири (1,82 т/га) составило 13–22 % (табл. 4).

Качество сена клевера лугового, 2015–2020 гг.

Сорт	Облиственность, %		Содержание клетчатки, %	Содержание сырого протеина, %	Сбор сырого протеина, т/га
	min-max	среднее			
Родник Сибири	40–52	46	28,20	15,2	1,82
Атлант	42–49	46	26,34	15,4	2,09
Гефест	34–48	45	27,94	14,9	2,10
Ермак	39–45	42	26,47	15,2	1,87
Сальдо	39–48	44	25,45	16,0	2,22
Светлячок	39–57	45	26,60	15,3	2,00
Сударь	33–52	42	27,82	15,3	2,05
Пам. Бурлаки	36–52	45	28,50	14,7	1,88
НСР <sub>05</sub>		1,0	1,0	0,5	0,25

**Заключение.** Метод химического мутагенеза в селекции клевера лугового наряду с традиционным поликросс-методом имеет высокую результативность. Созданные данным методом сорта Сальдо, Гефест, Сударь за период наблюдений 2015–2020 гг. по продуктивности и качеству продукции показали конкурентоспособность сортам, созданным поликросс-методом.

Преимуществом данного метода является то, что для обработки семян мутагенами достаточно иметь исходный материал 1-го сорта, а для поликросс-метода требуется большое количество сортов с лучшими хозяйственно-биологическими характеристиками. К недостаткам метода относятся трудности его реализации в настоящее время, для преодоления которых необходимы совместные проекты с научно-исследовательскими учреждениями другого профиля.

#### Список источников

1. *Полюдина Р.И.* Селекция клевера лугового в Сибири // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.* 2016. № 5. С. 106–112.
2. *Кашеваров Н.И., Полюдина Р.И., Потолов Д.А.* Результаты селекции бобовых культур в Сибирском федеральном научном центре агробиотехнологий // *Вестник Российской сельскохозяйственной науки.* 2017. № 6. С. 9–13.
3. *Беккер Х.* Селекция растений. М.: Товарищество научных идей КМК, 2015. 425 с.
4. *Маслов А.Б.* Мутагенез в селекционно-генетических исследованиях отдаленных гибридов и полиплоидов. М.: Наука, 1983. 128 с.
5. *Рапопорт И.А.* Эффективность химических мутагенов в селекции. М.: Наука, 1976. 35 с.
6. *Липовцына Т.П., Леонидов Ю.Е.* Новый сорт клевера лугового Сальдо // *Достижения науки и техники АПК.* 2016. Т. 30, № 11. С. 69–72.
7. Сорта сельскохозяйственных культур селекции Федерального Государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья» / *Е.П. Ренев [и др.]*. Тюмень, 2017. 35 с.
8. *Кочнева М.Б.* Продуктивный потенциал и питательная ценность сортов клевера лугового в условиях Камчатского края // *Вестник ДВО РАН.* 2020. № 4. С. 116–120. DOI: 10.37102/08697698.2020.212.4.018.
9. *Салега В.А., Турсумбекова Г.Ш.* Оценка урожайности зеленой массы и основных показателей продуктивности сортов многолетних трав в условиях подтайги Тюменской области // *Аграрная наука и образование Тюменской области: связь времен: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 140-летию Тюменского реального училища.* Тюмень, 2019. С. 176–186.
10. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / *Ю.К. Новоселов [и др.]*. М.: Россельхозакадемия, 1997. 155 с.

References

1. *Polyudina R.I.* Selekcija klevera lugovogo v Sibiri // *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*. 2016. № 5. S. 106–112.
2. *Kashevarov N.I., Polyudina R.I., Potapov D.A.* Rezul'taty selekcii bobovyh kul'tur v Sibirskom federal'nom nauchnom centre agrobiotekhnologii // *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki*. 2017. № 6. S. 9–13.
3. *Bekker H.* Selekcija rastenij. M.: Tovari-schestvo nauchnyh idej KMK, 2015. 425 s.
4. *Maslov A.B.* Mutagenez v selekcionno-geneticheskikh issledovaniyah otdalennyh gibridov i poliploidov. M.: Nauka, 1983. 128 s.
5. *Rapoport I.A.* `Effektivnost' himicheskikh mutagenov v selekcii. M.: Nauka, 1976. 35 s.
6. *Lipovcyna T.P., Leonidov Yu.E.* Novyj sort klevera lugovogo Sal'do // *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. 2016. T. 30, № 11. S. 69–72.
7. Sorta sel'skohozyajstvennyh kul'tur selekcii Federal'nogo Gosudarstvennogo byudzhetho nauchnogo uchrezhdeniya «Nauchno-issledovatel'skij institut sel'skogo hozyajstva Severnogo Zaural'ya» / *E.P. Renev* [i dr.]. Tyumen', 2017. 35 s.
8. *Kochneva M.B.* Produktivnyj potencial i pitatel'naya cennost' sortov klevera lugovogo v usloviyah Kamchatskogo kraja // *Vestnik DVO RAN*. 2020. № 4. S. 116–120. DOI: 10.37102/08697698.2020.212.4.018.
9. *Sapega V.A., Tursumbekova G.Sh.* Ocenka urozhajnosti zelenoj massy i osnovnyh pokazatelej produktivnosti sortov mnogoletnih trav v usloviyah podtajgi Tyumenskoj oblasti // *Agrarnaya nauka i obrazovanie Tyumenskoj oblasti: svyaz' vremen: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 140-letiyu Tyumenskogo real'nogo uchilischa*. Tyumen', 2019. S. 176–186.
10. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami / *Yu.K. Novoselov* [i dr.]. M.: Rossel'hozaka-de-miya, 1997. 155 s.

Статья принята к публикации 13.11.2021 / The article accepted for publication 13.11.2021.

Информация об авторах:

**Наталья Александровна Феоктистова**, научный сотрудник лаборатории селекции кормовых культур

**Юрий Ефремович Леонидов**, научный сотрудник лаборатории селекции кормовых культур

Information about the authors:

**Natalia Alexandrovna Feoktistova**, Researcher at the Laboratory of Forage Crops Breeding

**Yuri Efremovich Leonidov**, Researcher at the Laboratory of Forage Crops Breeding

